Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México. Ser. Zool. 64(2): 153-168. 1993

VARIACIÓN MORFOMÉTRICA INTRAPOBLACIONAL DE *PEROMYSCUS MELANOCARPUS* (RODENTIA: MURIDAE) DE OAXACA, MÉXICO

FERNANDO A. CERVANTES*
MATÍAS MARTÍNEZ CORONEL**
YOLANDA HORTELANO MONCADA*

RESUMEN

Peromyscus melanocarpus es una especie monotípica y endémica de las montañas de Oaxaca. Se desconoce su biología y no existen evaluaciones morfométricas que describan su morfología craneal. El objetivo de este trabajo fue determinar la variación morfométrica de *P. melanocarpus* debido a la edad, al sexo y a la variación individual. Se examinaron 231 ejemplares de la Sierra de Juárez, Municipio de Comaltepec y se evaluaron 19 variables en ambos sexos considerando cinco categorías de edad. Utilizando parámetros estadísticos de tipo univariado y multivariado, los resultados indicaron que el estado adulto morfológico se alcanza a partir de la edad 4, no presenta dimofismo sexual secundario en cuanto al tamaño y tiene una plasticidad fenotípica comparable a la de otros roedores. Por lo tanto, *P. melanocarpus* muestra la misma tendencia de variación intrapoblacional que la mayoría de los integrantes del género *Peromyscus*. Por otro lado, el comportamiento de su variación morfométrica parece relacionarse con aspectos sociales y genéticos particulares.

Palabras clave: variación, morfometría, *Peromyscus melanocarpus*, Muridae, Rodentia, Oaxaca, Mexico.

ABSTRACT

Peromyscus melanocarpus is a monotypic species endemic to the mountains of Oaxaca. Its biology is poorly known, and no data on its morphometric features previously have been provided. The purpose of this paper is to study the morpho-

* Departamento de Zoología, Instituto de Biología, UNAM. Apartado postal 70-153, 04510 México, D.F.

** Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa. Apartado postal 55-535, 09340 México, D.F.

metric variation of *P. melanocarpus* contributed by age, sex, and individual variation. Skins and skulls of 231 specimens from Sierra de Juárez, Municipio de Comaltepec, were examined, and 19 quantitative traits were assessed by sex and age using univariate and multivariate statistical analyses. The results showed that this field mouse reaches adult age at age class four, lacks secondary sexual dimorphism in size, and shows as much phenotypic variation as that documented for other field mice of the genus *Peromyscus*. Therefore, *P. melanocarpus* displays a pattern of intrapopulation variation similar to that of its congenerics. It is hypothesized that ist morphometric variation may be related to its social and genetic behavior.

Key words; variation, morphometrics, *Peromyscus melanocarpus*, Muridae, Rodentia, Oaxaca, Mexico.

INTRODUCCIÓN

Peromyscus melanocarpus en una especie monotípica y endémica de México con distribución discontinua y restringida a las montañas del centro-norte del estado de Oaxaca (Rickart y Robertson, 1985). Una parte de su área de distribución se localiza en el cerro Zempoaltepec, mientras que la otra parte se ubica en la Sierra de Juárez, ambas separadas por el Valle del Río Cajones. Esta especie habita el bosque mesófilo de montaña y bosque de pino-encino, entre los 900 y 2800 m.

El taxón se caracteriza, dentro del subgénero *Peromyscus*, por su coloración pardo-oscura que se extiende hasta la base de los dedos de las patas (Osgood, 1904). Además, por ser de tamaño grande en comparación con otras especies del género y por tener la cola más larga que la región cabeza-cuerpo (Huckaby, 1980).

El patrón de distribución geográfica y la posición taxonómica de este roedor le colocan como una especie importante para el estudio de la ecología y evolución del género *Peromyscus* en zonas tropicales. Desafortunadamente, la biología de este roedor es desconocida. Se sabe únicamente que en condiciones de laboratorio su crecimiento es lento en comparación con otras especies del género *Peromyscus*, sin dimorfismo sexual y se piensa que su sistema de apareamiento es monógamo (Rickart, 1977). Estos resultados no consideraron evaluaciones de tipo morfométrico sobre crecimiento hasta la edad adulta y sólo se refieren a variables externas convencionales, sin incluir la variación de la morfología craneal cuyo uso en taxonomía de mamíferos es básica.

Para caracterizar adecuadamente a esta especie desde el punto de vista taxonómico y para efectuar comparaciones interpoblacionales e interespecíficas que permitan establecer sus relaciones de parentesco fenético o filogénetico, es necesario estudiar sus patrones de variación de tamaño y forma. Hasta ahora, no se han examinado ejemplares silvestres para interpretar su variación morfométrica y definir variables craneales de importancia en la diagnosis de la especie o en la diferenciación de sus poblaciones.

Por lo tanto, nuestro interés inicial se orientó hacia el conocimiento de la varia-

ción intrapoblacional de este roedor desde el punto de vista morfométrico. El propósito de este estudio fue, entonces, evaluar el grado de variación de *P. melanocarpus* debido a la edad, al sexo y a la variación individual.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se examinaron un total de 231 ejemplares de *Peromyscus melanocarpus* provenientes de la Sierra de Júarez, Municipio de Comaltepec, Oaxaca, de las siguientes localidades: 1 km N La Esperanza, 1525 m (27); 6 km E La Esperanza, 1625 m (14); 2 km SE La Esperanza, 1650 m (2); 8 kmS La Esperanza, 2000 m (10); 8 km SE La Esperanza, 1900 m (16); 10 km SW La Esperanza, 2000 m (4); 11 km SW La Esperanza, 2000 m (139); 12 km S La Esperanza, 2000 m (5); 17 km SE La Esperanza, 2100 m (14). Las pieles y esqueletos se encuentran depositados en la Colección Mastozoológica del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Los ejemplares se consideraron como una sola población en virtud de que los lugares muestrados son geográficamente cercanos (menos de 20 km entre las localidades más distantes) y ecológicamente similares.

Diecinueve variables fueron medidas en cada ejemplar. Las cuatro variables externas son longitud total, (LOTO); longitud de la cola (COLA); longitud de la pata, (PATA) y longitud de la oreja (OREJA); todas consignadas en el rótulo de la piel. Las 15 variables craneales se midieron con un vernier digital con aproximación de 0.01 mm y fueron las siguientes: longitud máxima del cráneo, (LOCR); longitud del paladar, (LOPA); longitud del foramen incisivo, (LOFI); longitud de la hilera maxiliar de dientes (HMXD); longitud de los nasales, (LONA); longitud de la mandíbula, (LOMA); longitud de la hilera mandibular de dientes, (HMMD); anchura a través de molares (M3M3); anchura interorbital, (ANIN); anchura del rostro, (ANRO); anchura cigomática, (ANCI); anchura mastoidea, (ANMA); anchura de la caja craneana (ANCC); altura del cráneo (ALCR) y altura de las mandíbula (ALMA). Todas las variables se consignan en milímetros y fueron medidas de acuerdo a Koh y Peterson (1983), excepto ALCR que se midió como indica Hooper (1952) y ALMA que es la distancia máxima en línea recta desde el extremo exterior del proceso coronoides al extremo exterior del proceso angular. En el caso de las medidas bilaterales, se midió siempre el lado izquierdo para evitar efectos de asimetría (Owen y McBee, 1990).

Cada ejemplar se asignó a una de cinco categorías de edad con base en el desgaste de los molares, siguiendo el sistema adoptado por Hoffmeister (1951), correspondiendo la edad 1 a los individuos más jóvenes y la edad 5 a los viejos. Los cálculos estadísticos se realizaron utilizando las rutinas PROC UNIVARIATE y PROC GLM del paquete de cómputo Statistical Analysis System (SAS Institute, 1988).

La variación debida a la edad se evaluó comparando las cinco categorías de edad para cada una de las 19 variables con un análisis de varianza de una sola vía (ANOVA), considerando hembras y machos por separado. Cuando la diferencia entre al menos dos clases de edad resultó ser significativa ($P \leq 0.05$), se utilizó la Prue-

ba de Medias Múltiples de Duncan para identificar los subgrupos con diferencias significativas. Para contrastar los resultados del ANOVA e identificar las categorías de edad que representan el estadio adulto se utilizó un análisis de varianza multivariado (MANOVA), donde se empleó como criterio estadístico la Lambda Wilks.

La variación debida al sexo se evaluó comparando todas las variables para machos y hembras de cada categoría de edad utilizando análisis de varianza univariados y multivariados.

La variación individual se evaluó comparando el coeficiente de variación (CV) de cada variable entre las clases de edad y entre los sexos. Este estadístico ha sido tradicionalmente utilizado para evaluar la variabilidad fenotípica de las poblaciones (Patterson, 1981; Schmidly *et al.*, 1985), suponiendo, desde luego, que el error de medición es constante para todas las variables comparadas.

RESULTADOS

Variación debida a la edad

Los resultados del ANOVA muestran que existe variación significativa debida a la edad en ambos sexos para la mayoría de las variables analizadas, a excepción de PATA, LOPA, M3M3, ANCC y ANIN de hembras y LOPA, M3M3, ANIN y HMXD de los machos (Cuadro 1).

De las 16 variables que mostraron cambios debido a la edad, la prueba de Duncan indica que machos y hembras presentan patrones poco diferentes. No obstante, se reconocen dos tendencias en el comportamiento de las variables: la primera incluye a las variables PATA, OREJA, ALCR y ANCC, las que presentan escasa variación. Esto es, el aumento que sufren las variables ya no es significativo a partir de la edad 2 y las clases de edad siguientes. De manera que las diferencias significativas sólo se presentan entre las clases de edad extremas, la 1 y la 5.

La otra tendencia incluye al resto de las variables: LOTO, COLA, LOCR, ALCR, ANRO, LONA, ANCI ANMA, LOMA y ALMA, las cuales sufren aumentos significativos entre la edad 1 y la 2, manteniéndose esta tendencia entre clases de edad contiguas hasta la edad, 5 aunque ya no a nivel significativo.

Por lo que respecta a los resultados del MANOVA, se encontró que cuando son comparadas las categorías 3, 4 y 5, existen diferencias significativas debido a la edad ($P<0.001$ para hembras y $P<0.019$ para machos). En cambio, cuando sólo son comparadas las edades 4 y 5, los resultados ($P<0.472$ para hembras y $P<0.547$ para machos) indican que se pueden considerar ambas categorías como un grupo homogéneo.

Los resultados de ambos análisis de varianza son congruentes en cuanto a que el estadio adulto en *P. melanocarpus* se alcanza a partir de la edad 4, categoría de edad en donde 17 variables en hembras y 10 en los machos, de 19 en total, ya no aumentan de manera significativa al avanzar a la siguiente categoría de edad.

Variación debida al sexo

Los resultados del ANOVA y MANOVA indican que no existen evidencia estadística de que machos y hembras difieren morfométricamente en ninguna de las clases de edad consideradas (Cuadro 2). No obstante, existen variables que muestran diferencias significativas en alguna clase de edad (LOTO, LOFI y AMNA en la edad 2; LONA en la edad 3; LOFI y LONA, edad 4 y ANRO para la edad 5), pero no presentan un patrón definido. Por lo tanto, se considera que esta especie es monomórfica en cualquier categoría de edad.

Cuando es evaluado simultáneamente el efecto del sexo y de la edad (categorías 4 y 5) sobre las variables analizadas al través de un MANOVA, los resultados ($P = 0.0926$) indican que este grupo es morfométricamente homogéneo.

Variación individual

El CV de las medidas externas de ambos sexos y en cualquier categoría de edad, es consistentemente más grande que el CV de las variables craneales (Cuadro 2). Al comparar el CV entre las clases de edad, no se aprecia ninguna tendencia de variación. Pero en cambio, al comparar entre sexos se nota que el CV de las hembras es ligeramente menor que el de los machos. Respecto a la magnitud del CV promedio de los adultos (edad 4 y 5), incluyendo ambos sexos, el resultado obtenido es moderado y corresponde a un valor intermedio respecto al conocido para otras especies de *Peromyscus* (Cuadro 3).

DISCUSIÓN

El patrón de variación observado en las variables externas de *P. melanocarpus* en función de la edad es similar al que menciona Rickart (1977) para esta especie en condiciones de laboratorio. Además, se aprecia que los datos de Rickart son equivalentes a los ejemplares aquí considerados en las cateogrías de edad 1, 2 y 3. De esta manera, los individuos estudiados por Rickart de 5 a 8 semanas se corresponden con la clase de edad 1, de 9 a 12 semanas con la edad 2, y de 13 a 15 semanas con la edad 3, haciendo falta los correspondientes al estadio adulto. No obstante, se puede notar (Cuadro 1) que las variables PATA y OREJA son las que se estabilizan pronto y su aumento ya no es estadísticamente significativo después de la edad 2, no así en LOTO y COLA que continúan aumentando hasta la edad adulta.

Con respecto a las variables craneales, Rickart no evaluó ninguna. Nuestro análisis (Cuadro 1) indica que existen diferencia significativa en el 50 % de las variables en las primeras etapas de crecimiento de *P. melanocarpus*, edades 1-2, reflejo tal vez del acelerado crecimiento que experimentan los individuos durante las primeras etapas de desarrollo. Después de la edad 2 el ritmo de crecimiento se hace más lento, lo que se refleja en la ausencia de variación significativa entre categorías de edad

contiguas (2-3, 3-4, 4-5) para la mayoría de las variables analizadas. Esto concuerda con lo expuesto por Rickart (1977) y Rickart y Robertson (1985) quienes, con base en el comportamiento de las variables externas, señalan que *P. melanocarpus* presenta un crecimiento rápido en las primeras semanas de vida, llegando a alcanzar casi el 90 % del tamaño adulto alrededor de las 10 semanas (clase de edad 2).

Con base en estos resultados se concluye que el estadio adulto en *P. melanocarpus* se alcanza a partir de la edad 4, estadio que corresponde al momento en que los individuos han dejado de crecer y muestran las características típicas de la especie. Otras especies de *Peromyscus* que muestran un comportamiento de variación similar respecto a la edad son *P. alstoni* (Williams y Ramírez-Pulido, 1984) y *Peromyscus truei* (Hoffmeister, 1951).

Los resultados sobre variación debida al sexo indican que *P. melanocarpus* es una especie monomórfica (Cuadro 1), resultado que no es de extrañar, pues Rickart (1977) encontró evidencia del mismo patrón de variación analizando exclusivamente las variables externas. Asimismo, estos resultados concuerdan con la ausencia de dimorfismo sexual en otras especies del género *Peromyscus* (Koh y Peterson, 1983; Schmidly, 1972; Schmidly *et al.*, 1985; Williams y Ramírez-Pulido, 1984), o bien cuando se presenta es pobre y sólo se manifiesta en algunos caracteres (Ralls, 1977). Tomando en cuenta que los individuos de la especie son adultos a partir de la edad 4 y ante la ausencia de dimorfismo sexual se recomienda emplear estas categorías como un solo grupo para fines de comparación taxonómica.

Por otro lado, se ha sugerido que *P. melanocarpus* es una especie monógama (Rickart, 1977). Si esto es cierto, la ausencia de dimorfismo sexual en este taxón concuerda, entonces, con la tendencia observada en los mamíferos monógamos a ser monomórficos (Eisenberg, 1981). Sin embargo, aunque monogamia puede predecir poco o ningún dimorfismo sexual, lo contrario es poco problable (Ralls, 1977).

En cuanto a la variabilidad fenotípica de *P. melanocarpus*, el CV de las variables externas es mayor en comparación con el de las variables craneales. Este es un patrón común en roedores, sobre todo cuando se estudian ejemplares de museo y se utilizan las medidas de piel consignadas en el rótulo de los ejemplares. Estas variables son medidas por diferentes personas (los preparadores), de manera que al evaluar la variación de cada variable se incluye además de la variabilidad intrínseca, el error de medición que no es constante (Xia y Millar, 1977; Lee, 1990; Soulé 1982) y que no se está discriminando.

A diferencia de otras especies del género *Peromyscus*, el CV de *P. melanocarpus* no exhibe ningún patrón definido en relación con la edad, como sucede en *P. truei gilberti* (Hoffmeister, 1951). Este resultado sugiere que las diferentes categorías de edad son muy similares en cuanto su varición morfométrica. Los caracteres que posen un CV bajo y que además muestran escasa variación debido a la edad (e.g. HMXD, ALCR) pueden ser de valor taxonómico dada la escasa variabilidad que poseen, lo que hace de ellas herramientas confiables a ser utilizadas si se desea tomar en consideración a ejemplares juveniles o subadultos en estudios posteriores.

El valor del CV promedio de *P. melanocarpus* es intermedio en comparación con el mencionado para otras especies de *Peromyscus* (Cuadro 3), pero muy cercano

al de *P. hooperi*. Schmidly *et al.* (1985) encontraron que *P. hooperi* posee en CV bajo que se correlaciona con un coeficiente bajo de heterocigosis en esa misma especie. *P. melanocarpus* y *P. hooperi* tienen una distribución geográfica restringida y una plasticidad fenotípica similar. Por lo tanto, es posible que *P. melanocarpus* posea un nivel bajo de heterocigosis.

En conclusión, *P. melanocarpus* muestra la misma tendencia de variación intrapoblacional la que la mayoría de los integrantes del género *Peromyscus* para los cuales se han examinado sus patrones de variación morfométrica. Esto es, el estado adulto morfológico se alcanza a partir de la edad 4, no presenta dimorfismo sexual secundario en cuanto al tamaño en general y tiene una plasticidad fenotípica comparable la de las otras especies. Por otro lado, resultaría importante corroborar o refutar la hipótesis nula de que el patrón de variación morfométrica de este roedor se relaciona con sus características sociales y genéticas.

Cuadro 1. Variación morfométrica debida a la edad en *Peromyscus melanocarpus* de los alrededores de La Esperanza, Municipio de Comaltepec, Oaxaca*

E	N	Media ± DE	Máximo-Mínimo	CV	P	Ducan
			HEMBRAS			
			Longitud total			
5	3	268.33± 2.89	265.00-270.00	1.08	0.0001	
4	35	260.91±11.66	237.00-289.00	4.47	F=21.29	
3	16	253.75±13.21	235.00-280.00	5.21		
2	24	240.29±14.76	210.00-267.00	6.14		
1	8	224.12± 3.40	217.00-228.00	1.52		
			Longitud de la cola			
4	35	132.26± 9.73	108.00-157.00	7.35	0.0001	
3	16	132.25± 8.43	122.00-150.00	6.38	F=7.24	
5	4	130.25±13.96	110.00-140.00	10.72		
2	24	123.83± 8.25	103.00-138.00	6.67		
1	9	116.89± 8.87	105.00-134.00	7.59		
			Longitud de la pata			
3	17	28.65±1.06	27.00-30.00	3.69	0.4184	ns
4	35	28.40±1.29	27.00-32.00	4.54	F=0.99	
5	6	28.17±1.60	26.00-30.00	5.69		
2	23	28.09±1.65	25.00-31.00	5.87		
1	9	27.67±0.87	26.00-29.00	3.13		
			Longitud de la oreja			
5	6	22.50±1.05	21.00-24.00	4.66	0.030	
3	16	22.19±1.38	20.00-24.00	6.21	F=2.81	
4	34	22.18±1.49	20.00-25.00	6.70		
1	9	21.22±1.48	19.00-23.00	6.98		
2	20	21.10±1.41	19.00-24.00	6.68		

Cuadro 1. (Continúa)

E	N	Media ± DE	Máximo-Mínimo	CV	P	Ducan
			Longitud máxima del cráneo			
5	8	34.07±0.24	33.59-34.31	0.71	0.0001	
4	35	34.02±0.66	32.49-35.11	1.94	F=32.28	
3	17	33.41±0.70	32.24-35.07	2.09		
2	23	32.75±0.89	30.41-34.33	2.72		
1	9	31.31±0.69	30.37-32.32	2.20		
			Longitud del foramen incisivo			
4	35	7.14±0.27	6.77- 7.66	3.83	0.0001	
5	8	7.14±0.25	6.74- 7.61	3.50	F=30.02	
3	15	6.79±0.13	6.51- 6.94	1.92		
2	24	6.63±0.33	6.06- 7.38	5.00		
1	8	6.24±0.13	5.97- 6.39	2.03		
			Longitud del paladar			
4	35	5.13±0.26	4.42- 5.52	5.02	0.621	ns
5	8	5.13±0.15	4.95- 5.42	2.97	F=0.66	
3	16	5.11±0.18	4.70- 5.41	3.44		
2	23	5.06±0.20	4.72- 5.53	3.97		
1	9	5.03±0.20	4.70- 5.33	3.94		
			Longitud de la hilera maxilar de dientes			
5	8	5.12±0.15	4.86- 5.35	2.98	0.007	
4	35	5.00±0.16	4.69- 5.36	3.19	F=3.73	
3	17	4.99±0.12	4.80- 5.18	2.40		
1	9	4.95±0.07	4.85- 5.09	1.49		
2	24	4.92±0.12	4.67- 5.13	2.40		
			Anchura a través de los molares			
4	34	5.86±0.19	5.48- 6.21	3.28	0.169	ns
3	16	5.83±0.14	5.60- 6.08	2.36	F=1.65	
5	8	5.78±0.25	5.43- 6.08	4.31		
2	23	5.77±0.14	5.51- 5.99	2.41		
1	9	5.72±0.24	5.31- 6.09	4.19		
			Altura del cráneo			
4	35	11.24±0.23	10.66-11.76	2.09	0.0003	
3	17	11.23±0.30	10.54-11.72	2.68	F=5.82	
5	8	11.23±0.21	10.91-11.50	1.83		
2	22	11.22±0.24	10.89-11.92	2.18		
1	9	10.81±0.27	10.36-11.04	2.51		

Cuadro 1. (Continúa)

E	N	Media ± DE	Máximo-Mínimo	CV	P	Ducan
			Anchura cigomática			
5	5	16.71±0.33	16.24-17.18	2.00	0.0001	
4	30	16.27±0.50	15.21-17.09	3.08	F=10.18	
3	15	15.97±0.49	15.34-17.06	3.04		
2	20	15.83±0.43	14.98-15.68	2.73		
1	9	15.39±0.33	15.01-15.80	2.13		
			Anchura mastoidea			
5	8	13.69±0.24	13.28-14.08	1.75	0.0001	
4	34	13.50±0.31	13.03-14.16	2.28	F=11.60	
3	17	13.35±0.24	12.96-13.82	1.77		
2	23	13.14±0.28	12.46-13.62	2.11		
1	9	13.07±0.11	12.96-13.30	0.86		
			Anchura de la caja craneana			
5	8	14.52±0.25	14.16-14.84	1.72	0.097	ns
4	35	14.49±0.29	13.84-15.08	1.99	F=2.03	
3	17	14.39±0.32	13.82-14.95	2.23		
2	23	14.37±0.25	13.83-14.80	1.77		
1	9	14.23±0.25	13.75-14.55	1.73		
			Anchura interorbital			
4	35	5.50±0.13	5.26-5.82	2.39	0.260	ns
5	8	5.46±0.15	5.18-5.63	2.71	F=1.34	
1	9	5.44±0.21	5.18-5.81	3.86		
3	17	5.44±0.10	5.26-5.62	1.78		
2	24	5.42±0.13	5.07-5.59	2.31		
			Anchura del rostro			
4	34	5.90±0.22	5.28-6.35	3.71	0.0003	
5	8	5.79±0.18	5.50-5.99	3.04	F=6.02	
3	16	5.79±0.17	5.58-6.13	2.96		
2	17	5.72±0.22	5.14-6.07	3.91		
1	9	5.56±0.15	5.29-5.74	2.68		
			Longitud de los nasales			
5	8	14.08±0.49	13.56-15.01	3.47	0.0001	
4	35	13.78±0.49	12.70-15.54	3.57	F=24.53	
3	17	13.49±0.43	12.61-14.17	3.21		
2	24	13.16±0.53	11.85-13.96	4.02		
1	9	12.20±0.41	11.36-12.93	3.34		

Cuadro 1. (Continúa)

E	N	Media ± DE	Máximo-Mínimo	CV	P	Ducan
			Longitud de la mandíbula			
5	7	16.65±0.28	16.21-16.95	1.69	0.0001	
4	34	15.09±0.33	14.68-15.60	2.19	F=31.59	
3	17	16.09±0.35	15.28-16.68	2.18		
2	24	15.63±0.42	14.57-16.43	2.70		
1	9	16.42±0.43	15.13-17.09	2.60		
			Longitud de la hilera mandibular de dientes			
1	9	5.03±0.18	4.77-5.28	3.55	0.1000	
3	17	5.02±0.10	4.84-5.19	2.04	F=2.01	
2	24	4.98±0.12	4.83-5.31	2.40		
4	35	4.97±0.15	4.71-5.38	3.01		
5	8	4.86±0.23	4.54-5.16	4.74		
			Altura de la mandíbula			
5	7	7.90±0.29	7.50-8.28	3.62	0.0001	
4	31	7.79±0.28	7.18-8.20	3.62	F=20.72	
3	17	7.66±0.19	7.41-8.02	2.47		
2	22	7.50±0.33	6.68-8.25	4.45		
1	8	7.02±0.25	6.75-7.48	3.61		
			MACHOS			
			Longitud total			
5	6	270.83± 4.96	265.00-276.00	1.83	0.0001	
4	51	257.75±13.10	224.00-290.00	5.08	F=22.00	
3	34	251.29±12.08	225.00-277.00	4.81		
2	24	249.50±12.23	223.00-272.00	4.90		
1	13	223.54±16.60	187.00-245.00	7.42		
			Longitud de la cola			
5	7	135.14± 6.36	123.00-141.00	4.71	0.001	
4	51	128.51± 8.37	109.00-144.00	6.52	F=7.60	
3	33	127.91± 7.84	110.00-145.00	6.13		
2	24	127.71± 7.66	118.00-142.00	6.00		
1	12	116.00±10.31	98.00-136.00	8.89		
			Longitud de la pata			
5	6	29.33±1.51	28.00-32.00	5.13	0.095	
3	33	28.67±0.99	27.00-30.00	3.45	F=2.02	
2	25	28.64±1.22	27.00-31.00	4.26		
4	50	28.62±1.37	25.00-31.00	4.78		
1	13	27.77±1.17	25.00-29.00	4.20		

Cuadro 1. (Continúa)

E	N	Media ± DE	Máximo-Mínimo	CV	P	Ducan
		Longitud de la oreja				
5	6	22.33±1.21	20.00-23.00	5.42	0.028	
4	50	21.70±1.59	18.00-26.00	7.35	F=2.82	
3	33	21.36±1.50	18.00-24.00	7.00		
2	24	21.17±1.74	16.00-23.00	8.20		
1	13	20.23±1.74	15.00-22.00	8.60		
		Longitud máxima del cráneo				
5	7	34.22±0.62	33.31-35.32	1.81	0.0001	
4	49	33.84±0.64	32.60-35.15	1.90	F=29.59	
2	25	33.22±0.76	31.53-34.59	2.27		
3	35	33.14±0.64	31.62-34.48	1.94		
1	11	31.27±1.37	29.70-34.15	4.37		
		Longitud del paladar				
5	7	5.24±0.20	4.91-5.52	3.78	0.126	ns
4	51	5.15±0.23	4.62-5.64	4.47	F=1.84	
2	24	5.14±0.25	4.64-5.64	4.81		
3	37	5.11±0.28	4.58-5.74	5.50		
1	14	4.98±0.20	4.60-5.46	4.09		
		Longitud del foramen incisivo				
5	7	7.10±0.24	6.67-7.38	3.40	0.0001	
4	52	7.00±0.34	6.05-7.56	4.86	F=14.87	
2	25	6.94±0.22	6.48-7.33	3.17		
3	37	6.85±0.29	6.19-7.66	4.25		
1	14	6.34±0.30	5.80-6.70	4.71		
		Longitud de la hilera maxilar de dientes				
5	7	5.08±0.17	4.85-5.40	3.31	0.184	ns
4	51	4.99±0.14	4.75-5.39	2.84	F=1.58	
1	14	4.98±0.08	4.86-5.12	1.70		
3	37	4.96±0.14	4.68-5.34	2.73		
2	25	4.96±0.11	4.75-5.28	2.31		
		Anchura al través de los molares				
5	7	5.93±0.31	5.46-6.31	5.21	0.114	ns
2	25	5.85±0.17	5.51-6.11	2.95	F=1.90	
4	51	5.81±0.17	5.46-6.21	2.94		
1	14	5.80±0.21	5.53-6.20	3.55		
3	36	5.76±0.14	5.48-6.01	2.36		

Cuadro 1. (Continúa)

E	N	Media ± DE	Máximo-Mínimo	CV	P	Ducan
			Altura del cráneo			
2	25	11.27±0.33	10.63-11.94	2.89	0.0009	
4	51	11.20±0.28	10.58-11.97	2.51	F=5.00	
3	35	11.19±0.30	10.60-11.95	2.71		
5	7	11.12±0.20	10.95-11.40	1.75		
1	12	10.82±0.33	10.28-11.51	3.09		
			Anchura interorbital			
5	7	5.49±0.14	5.23-5.68	2.64	0.202	ns
4	52	5.46±0.16	5.18-5.79	2.84	F=1.51	
3	36	5.45±0.14	5.24-5.85	2.64		
2	25	5.45±0.13	5.25-5.76	2.32		
1	14	5.36±0.15	5.11-5.59	2.82		
			Anchura del rostro			
5	6	6.00±0.14	5.74-6.09	2.26	0.0001	
4	51	5.85±0.17	5.46-6.14	2.90	F=17.16	
3	37	5.76±0.17	5.43-6.28	3.00		
2	23	5.73±0.23	5.38-6.34	4.03		
1	13	5.41±0.23	5.10-5.94	4.24		
			Longitud de los nasales			
5	7	13.69±0.34	13.06-14.05	2.51	0.0001	
4	51	13.56±0.49	12.10-14.74	3.6	F=20.94	
3	36	13.19±0.48	11.93-14.14	3.68		
2	25	13.17±0.53	11.59-14.07	4.04		
1	12	12.09±0.74	11.13-13.58	6.14		
			Anchura cigomática			
5	7	16.58±0.55	14.09-17.46	3.31	0.0001	
4	43	16.06±0.53	14.78-17.83	3.32	F=8.63	
3	32	15.94±0.35	15.37-16.90	2.20		
2	19	15.81±0.43	15.18-16.60	2.70		
1	9	15.25±0.70	14.24-16.67	4.61		
			Anchura mastoidea			
5	7	13.58±0.36	13.07-14.07	2.63	0.0001	
4	52	13.38±0.28	12.46-13.92	2.12	F=6.18	
2	24	13.35±0.21	12.89-13.85	1.56		
3	34	13.30±0.25	12.76-13.94	1.85		
1	12	13.02±0.32	12.49-13.58	2.46		

Cuadro 1. (Concluye)

E	N	Media ± DE	Máximo-Mínimo	CV	P	Ducan
			Anchura de la caja craneal			
5	7	14.68±0.30	14.24-15.14	2.03	0.002	
2	24	14.41±0.27	13.88-15.02	1.90	F=4.50	
4	52	14.34±0.37	13.39-15.20	2.59		
3	36	14.29±0.29	13.62-14.88	2.04		
1	13	14.03±0.53	12.86-15.08	3.75		
			Longitud de la mandíbula			
5	7	16.66±0.78	15.91-17.78	4.67	0.0001	
4	50	16.32±0.43	15.09-17.12	2.65	F=31.32	
3	35	15.93±0.33	15.28-16.54	2.06		
2	25	15.84±0.40	14.91-16.76	2.54		
1	14	14.85±0.74	13.70-16.42	5.00		
			Altura de la mandíbula			
5	6	8.12±0.44	7.69-8.95	5.41	0.0001	
4	51	7.81±0.31	7.08-8.96	4.00	F=20.72	
3	36	7.60±0.23	7.13-8.13	3.02		
2	24	7.58±0.20	7.14-8.01	2.65		
1	14	7.03±0.55	6.01-7.96	7.77		
			Longitud de la hilera mandibular de dientes			
3	37	5.00±0.12	4.81-5.22	2.48	0.091	ns
1	14	5.00±0.12	4.74-5.31	2.49	F=2.05	
2	25	4.99±0.12	4.71-5.21	2.48		
5	7	4.94±0.12	4.83-5.17	2.33		
4	50	4.93±0.15	4.59-5.39	2.98		

* E = clase de edad, N = tamaño de muestra, DE = desviación estándar, CV = coeficiente de variación (%), F = estadístico de F del Análisis de Varianza, P = probabilidad asociada a F, ns = no significativa, Ducan = Prueba de Medias Múltiples de Ducan. Las líneas verticales unen las medias que no son signicativamente diferentes.

Cuadro 2. Variación morfométrica debida al sexo, en *Peromyscus melanocarpus* de los alrededores de La Esperanza, Municipio de Comaltepec, Oaxaca*

	Categorias de edad				
	I	II	III	IV	V
LOTO	0.923	0.022*	0.518	0.252	0.454
COLA	0.838	0.098	0.082	0.059	0.436
PATA	0.825	0.190	0.948	0.457	0.222
OREJA	0.178	0.891	0.070	0.170	0.804
LOCR	0.923	0.053	0.184	0.194	0.540
LOPA	0.559	0.210	0.988	0.685	0.257
LOFI	0.394	0.0004***	0.434	0.033*	0.810
HMXD	0.421	0.250	0.372	0.719	0.704
M3M3	0.416	0.081	0.092	0.182	0.317
ALCR	0.915	0.626	0.715	0.495	0.313
ANIN	0.260	0.435	0.740	0.176	0.703
ANRO	0.084	0.906	0.524	0.235	0.035*
LONA	0.693	0.911	0.032*	0.041*	0.098
ANCI	0.578	0.897	0.837	0.098	0.660
ANMA	0.675	0.005**	0.495	0.053	0.500
ANCC	0.314	0.602	0.270	0.051	0.263
LOMA	0.383	0.079	0.098	0.300	0.975
ALMA	0.950	0.349	0.315	0.836	0.294
HMMD	0.591	0.697	0.714	0.197	0.401
MANOVA	___	0.119	0.510	0.602	___

* $P \leq 0.05$
** $P \leq 0.01$
*** $P \leq 0.001$

* Los números representan la probabilidad del valor de F o la Lambda de Wilks de los análisis de varianza univariado y multivariado (MANOVA), respectivamente, al comparar cada variable entre sexos por categoría de edad.

Cuadro 3. Coeficiente de variación (%) promedio de 15 variables craneales de *Peromyscus melanocarpus* de los alrededores de La Esperanza, Municipio de Comaltepec, Oaxaca, comparado con otras especies del género *Peromyscus*

* *Peromyscus hooperi*	3.42
P. melanocarpus	3.49
* *P. pectoralis*	4.75
* *P. eremicus*	4.75
** *P. truei gilberti*	3.18

* = Schmidly *et al.*, 1985.
** = Hoffmeister, 1951.

AGRADECIMIENTOS

Joaquín Arroyo Cabrales y dos revisores anónimos proporcionaron valiosos comentarios al manuscrito. Jesús Martínez, Consuelo Lorenzo, Francisco X. González, Julieta Vargas, Rosa Ma. González y Raúl Martínez ayudaron en la colecta y preparación de los ejemplares. El Consejo Naiconal de Ciencia y Tecnología, México (donativo P228CCOX891634 a F. A. Cervantes), la MacArthur Foundation (donativo 282.311.010 a V. Sánchez-Cordero y F. A. Cervantes) y la Dirección General de Asuntos del Personal Académico, UNAM (donativo 200989IB a B. Villa-R. y F. A. Cervantes) apoyaron económicamente la elaboración de este trabajo.

LITERATURA CITADA

EISENBERG, J. F. 1981. *The mammalian radiations*. The University of Chicago Press, Chicago: 610 pags.

HOFFMEISTER, D. F. 1951. A taxonomic and evolutionary study of the piñon mouse, *Peromyscus truei*. *Illinois Biol. Monog. 21*(4): 1-104.

HOOPER, E. T. 1952. A systematic review of the harvest mice (Genus *Reithrodontomys*) of Latin America. *Misc. Publ. Mus. Zool., Univ. Michigan 77*: 1-255.

HUCKABY, D. G. 1980. Species limits in the *Peromyscus mexicanus* group (Mammalia: Rodentia: Muroidea). *Contr. Sci, Nat. Hist. Mus. Los Angeles Co. 326*: 1-24.

KOH, H. S. y R. L. PETERSON. 1983. Systematic studies of deer mice *Peromyscus maniculatus* Wagner (Cricetidae, Rodentia): analysis of age and secondary sexual variation in morphometric characters. *Can. J. Zool. 61*: 2618-2628.

LEE, J. C. 1990. Sources of extraneous variation in the study of meristic characters: the effect of size and inter-observer variability. *Syst. Zool. 39*(1): 31-39.

OSGOOD, W. H. 1904. Thirty new mice of the genus *Peromyscus* from México and Guatemala. *Proc. Biol. Soc. Washington 19*: 55-77.

OWEN, R. D., y K. MCBEE. 1990. Analysis of asymetry and morphometric variation in natural populations of chromosome-damaged mice. *Texas J. Sci. 42*: 319-331.

PATTERSON, B. 1981. Morphological shifts of some isolated populations of *Eutamias* (Rodentia: Sciuridae) in different congeneric assemblages. *Evolution 35*: 53-66.

RALLS, K. 1977. Sexual dimorphism in mamals: avian models and unanswered questions. *Amer. Natur. 111*: 917-938.

RICKART, E. A. 1977. Reproduction, growth and development in two species fo cloud forest *Peromyscus* form southern Mexico. *Occas. Pap. Mus. Nat. Hist., Univ. Kansas 67*: 1-22.

RICKART, E. A. y P. B. ROBERTSON. 1985. *Peromyscus melanocarpus. Mamm. Spec. 241*: 1-3.

SAS Intitute Inc. 1988. *SAS user's guide: Statistics*. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina: pp. 956.

SCHMIDLY, D. J. 1972. Geographic variation and taxonomy of *Peromyscus boylii* from Mexico and the southern United States. *J. Mamm. 54*: 111-130.

SCHMIDLY, D. J. y M. R. LEE, W. S. MODI y E. G. ZIMMERMAN. 1985. Systematics and notes on the biology of *Peromyscus hooperi*. *Occas, Pap. Mus., Texas Tech Univ. 97*: 1-40.

SOULÉ, M. E. 1982. Allometric variation 1: The theory and some consequences. *Amer. Natur.*, 120(6): 751-764.
XIA, X. y J. S. MILLAR. 1977. Morphological variation in deer mice in realtion to sex and habitat. *Can. J. Zool. 5*: 527-533.
WILLIAMS, S. L. y J. RAMÍREZ-PULIDO. 1984. Morphometric variation in the volcano mouse, *Peromyscus (Neotomodon) alstoni* (Mammalia, Cricetidae). *Ann. Carnegie Mus. Nat. Hist. 53*: 163-183.